Das Gefäßbündelsystem der Cucurbitaceen

von

Prof. Dr. **Franz Tondera** in Stanislau.

(Mit 5 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. Jänner 1903.)

In seinem Werke: Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane (S. 259) äußert sich De Bary bei der kurzen Erörterung der Gefäßbündelanordnung in der Familie der Cucurbitaceen, wie folgt: »Die Stränge beider Ringe sind, soweit die Untersuchung reicht, Blattspurstränge, welche durchschnittlich zwei Internodien abwärts laufen. Die durch frühzeitig auftretende unregelmäßige Queranastomosen in den Knoten sehr erschwerte genaue Ermittlung ihres Verlaufes bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.«

Eine nähere Einsicht in das Anastomosennetz der Stengelknoten der Cucurbitaceen bestätigt wohl die Annahme, daß die Erforschung des Gefäßbündelverlaufes durch die Queranastomosen sehr erschwert ist; die Behauptung dagegen, daß die Anastomosen, welche in den Stengelknoten die Verbindung der Stränge vermitteln, unregelmäßig erfolgen, läßt sich nur an einzelnen, und zwar nur an kultivierten Arten beobachten und begründen. Die Untersuchungen beweisen auch, daß die durchschnittliche Länge der Blattspurstränge, welche nach De Bary zwei Internodien betragen soll, zu kurz angenommen wurde.

Die äußerst dürftige Erledigung dieses im hohen Grade interessanten Gegenstandes, sowie die angeführten Äußerungen im Werke eines gründlichen Forschers lassen vermuten, daß

die Untersuchungen über den Gefäßbündelverlauf der Cucurbitaceen vor der Verfassung der Vergleichenden Anatomie De Bary's sehr unzulänglich sein mußten. In derTat beschränken sich die damals bekannten Untersuchungen auf die Angaben Lestiboudois',[1] Bernhardi's[2] und Sanio's,[3] die aber, da die Untersuchungen dieser Forscher einen anderen Zweck verfolgten, nur gelegentlich erfolgten und vorwiegend den anatomischen Bau der Stengelquerschnitte einiger Arten betreffen.

Bald nachher erschien eine namhafte Arbeit, in welcher die Anordnung der Gefäßbündel und ihr Verlauf, sowie Anastomosen in den Stengelknoten einer Cucurbitacee gründlich erforscht und dadurch die Grundlage weiterer Untersuchungen gegeben worden ist. Es ist dies die Arbeit von M. G. Dutailly, die unter dem Titel: Recherches anatomiques et organogéniques sur les Cucurbitacées et les Passiflorées im Jahre 1879 erschien. In dieser Abhandlung legt der Verfasser die Ergebnisse seiner Forschungen, welche er an *Cucurbita maxima* mittels der Macerationen angestellt hat, nieder und erläutert mit Hilfe gelungener Zeichnungen den Verlauf der Gefäßbündel in den Stengelgliedern, sowie die Verzweigungen und das Anastomosennetz derselben in den Stengelknoten. Die Wahl der Art *Cucurbita maxima* fand, wie die Benennung erklärt, ihre Begründung darin, daß die ausgewachsenen Glieder dieser Art die mächtigste Entwickelung unter allen anderen Kürbisarten erlangen. Durch die Untersuchungen Dutailly's sind die Schwierigkeiten beseitigt worden, welche die Erörterung der Frage des Gefäßbündelverlaufes in der Familie der Cucurbitaceen bis dahin unmöglich machten.

Bald nachher erschien ebenfalls in Frankreich eine umfangreiche Arbeit von H. A. Lotar,[4] in welcher der Verfasser die Anatomie, gelegentlich auch den Gefäßbündelverlauf der

---

[1] Lestiboudois, Etude sur l'anatomie et la physiologie des végétaux. Lille 1840.

[2] Bernhardi, Beobachtungen über Pflanzengefäße. Erfurt, S. 20.

[3] Sanio, Botanische Zeitung 1864, S. 227.

[4] Henri-Aimé Lotar, Essai sur l'Anatomie comparée des organes végétatifs et des téguments séminaux des Cucurbitacées. Lille 1881.

Cucurbitaceen behandelt. Das schematische Bild des Anastomosennetzes im Stengelknoten einer Cucurbitacee[1] ist leider nicht nach der Natur, sondern vielmehr, wie der Verfasser auch eingesteht, nach den theoretischen Erwägungen von Bertrand, dem Leiter des Laboratoriums in Lille, gezeichnet. Die Anastomosen und Kommissuren des Knotens, wie sie in dieser Figur dargestellt sind, lassen sich in der Natur nicht wiederfinden.

Die isolierten, d. h. ohne Begleitung von Gefäßbündeln auftretenden Siebröhren, welche als Siebröhrenbündel als Verlängerung der Gefäßbündel auch im inneren Bündelringe der Cucurbitaceen sich vorfinden und welche bei *Cucumis sativus* schon Sanio an der Innenseite des Sklerenchymringes aufgefunden hatte und De Bary in anderen Cucurbitaceen, immer jedoch an der Innenseite des Sklerenchymringes nachgewiesen hatte, wurden zum Gegenstande der Forschungen in dem Aufsatze von Fischer[2] erwählt. In dieser eingehenden Arbeit, in welcher der Verfasser vorwiegend die Sproßachse und die Fruchtrinde von *Cucurbita Pepo* behandelt, ist an über zwanzig von der Sproßspitze aus sich nachfolgenden Stengelgliedern die Entstehung, die Lebensdauer, sowie die Obliteration der isolierten Siebröhren nachgewiesen worden. Der Verfasser hat in dieser Abhandlung dargelegt, daß die isolierten Siebröhren nicht nur an der Innenseite, sondern auch an der Außenseite des Sklerenchymringes, ja sogar in Kollenchymsträngen sich zahlreich vorfinden und nur wegen der frühzeitigen Obliteration im späteren Alter des Stengels kaum zu erkennen sind. Auf die Ergebnisse dieser Arbeit werde ich noch später zurückkommen.

Die übrigen Arbeiten, welche in einem gewissen Zusammenhange mit meinen Untersuchungen stehen, werden an geeigneten Stellen erwähnt werden.

Meine ersten Forschungen über den Gefäßbündelverlauf

---

[1] Henri-Aimé Lotar, Essai sur l'Anatomie comparée des organes végétatifs et de téguments séminaux des Cucurbitacées. Lille 1881, S. 36.

[2] Dr. A. Fischer, Untersuchungen über das Siebröhrensystem der Cucurbitaceen. Berlin 1884.

der Cucurbitaceen habe ich an der Art *Sicyos angulata* L. angestellt. Die Methode der Mazeration, welche bei den Pflanzen mit dicken Sproßachsen sehr gute Dienste leistet, ist für die Arten mit Stengeln von geringer Dicke allein für sich kaum zu verwenden.

Die Übung hat mich dagegen belehrt, daß bei den Arten mit schwach entwickelten Sproßachsen die Mazeration zwar unumgänglich ist, daß aber die sorgfältig ausgeführten Serien von Längs- und Querschnitten ein sehr wichtiges Hilfsmittel bei der Erforschung des Gefäßbündelverlaufes darbieten. Vermittels dieser kombinierten Untersuchung wird man in den Stand gesetzt, auch in sehr feinen Sproßachsen die Anordnung der Gefäßbündel ohne Unterbrechung zu verfolgen und das Gesamtbild des Gefäßbündelnetzes genau darzulegen.

Meine Untersuchungen habe ich an den Stengeln von achtzehn Arten, welche dreizehn Gattungen angehören, ausgeführt. Die meisten dieser Arten sind einjährige Pflanzen; von perennierenden Arten habe ich *Thladiantha dubia* Bunge, *Bryonia dioica* Jacq., *Bryonia alba* L. und *Cucurbita perennis* A. Gray untersucht.

An dem Querschnitte des kantigen Stengels einer Cucurbitaceenart — nur *Ecballium Elaterium* A. Rich. bildet hier eine Ausnahme — befinden sich, im Grundparenchym eingebettet, zwei konzentrische Bündelkreise. Die Anzahl der Gefäßbündel eines jeden Bündelkreises entspricht gewöhnlich der Anzahl der Stengelkanten, wobei die Bündel des äußeren Kreises kantenständig sind, die des inneren Kreises dagegen den Furchen entsprechen.

Mit Ausnahme der Art *Bryonia alba* L., wo der Stengel sieben Kanten besitzt, sind alle anderen von mir untersuchten Cucurbitaceenstengel fünfkantig. Die allgemeine Regel, nach welcher die Bündel des inneren, sowie des äußeren Bündelkreises mit den Stengelkanten gleichzählig sein sollen, weist in einzelnen Arten Ausnahmen auf, welche bei derselben Art sich stetig wiederholen. In gewissen Arten verschwindet ein Bündel des äußeren, oder auch des inneren Bündelkreises so, daß die Anzahl der Bündel um eins kleiner ist, als die Zahl der Stengelkanten, z. B. bei *Bryonia dioica* L. Bei manchen Arten dagegen

besitzt der innere Bündelkreis bei fünf Bündeln des äußeren Kreises nur drei stark entwickelte Bündel im inneren Kreise; die zwei anderen Bündel dieses Kreises sind sehr schwach und bilden nur einfache Siebröhrenbündel, welche keinen Gefäßteil aufweisen, wie z. B. *Cyclanthera explodens* Naud., *Luffa acutangula* Roxb.

In einzelnen Arten befinden sich bei der regelmäßigen Zusammensetzung der Bündelkreise einzelne überzählige Bündel bald nur im inneren, bald auch im äußeren Bündelkreise, wie bei *Lagenaria vulgaris* Ser. In der Art *Cucurbita perennis* A. Gray ist die Anzahl der überzähligen Bündel so groß, daß man anstatt zweier Bündelkreise am Querschnitte des Stengels einen fünfstrahligen Bündelstern beobachtet, welcher durch die Vermittlung der überzähligen Bündel, die zwischen den Bündeln des inneren und des äußeren Bündelkreises erscheinen, entstanden ist. Endlich sind bei *Ecballium Elaterium* A. Rich. die Gefäßbündel der beiden Kreise zwischen einander eingeschoben, daß man am Querschnitte des Stengels nur einen Bündelkreis beobachtet.

Beginnt man bei der Schilderung des Gefäßbündelverlaufes der Cucurbitaceen mit dem einfachsten Stengelbau, in welchem die geringste Anzahl der Gefäßbündel beobachtet wird, so lassen sich nach der Zahl der Bündel und nach der Anordnung derselben mehrere Typen unterscheiden, die zwar im allgemeinen große Verwandtschaft aufweisen, die sich aber durch die Einzelheiten von einander sehr unterscheiden. Alle von mir untersuchten Arten lassen sich in folgende Typen einteilen.

I. In dem fünfkantigen Stengel enthält sowohl der äußere als auch der innere Bündelring je vier asymmetrisch verteilte Gefäßbündel. Von den äußeren Bündeln sind nur drei kantenständig, das vierte liegt in der Furche des Stengels *Bryonia dioica* Jacq.

II. Der äußere Bündelring besteht aus fünf schwächeren, kantenständigen Gefäßbündeln; im inneren Bündelringe befinden sich vier ungleich starke, asymmetrisch verteilte Gefäßbündel. Hieher gehören: *Thladiantha dubia* Bunge, *Cucumis sativus* L.

III. Im äußeren Bündelkreise finden sich fünf schwächere, kantenständige Bündel vor. Der innere Bündelring umfaßt fünf Bündel von ungleicher Stärke: drei Gefäßbündel sind stark, bikollateral und asymmetrisch angeordnet, zwei übrige dagegen sind sehr schwach entwickelt und bestehen nur aus Siebröhrenbündeln. Die meisten von mir untersuchten Arten weisen den Bau dieses Typus auf, z. B. *Cyclanthera pedata* Schrad., *Benincasa cerifera* Savi, *Trichosanthes colubrina* Jacq., *Luffa acutangula* Roxb., *Sicyos angulata* L. und viele andere.

Einige Abweichungen von diesem Typus weisen die Arten: *Cucumis melo* L., *Trichosanthes palmata* Roxb., und *Lagenaria vulgaris* Ser. auf. Im allgemeinen stimmt aber ihr Stengelbau mit dem typischen überein.

IV. Am Stengelquerschnitte findet man fünf stark entwickelte, kantenständige Bündel des äußeren Kreises und sechs — ein Bündel spaltet sich gewöhnlich in zwei schwächere — furchenständige Gefäßbündel des inneren Kreises. Zwischen den alternierenden Bündeln des inneren und des äußeren Kreises erscheint aber eine Menge überzähliger Bündel von verschiedener Stärke, welche bewirken, daß im Grundparenchym des Stengels aus allen Bündeln das Bild eines fünfstrahligen Sternes entsteht. Hieher gehört *Cucurbita perennis* A. Gray.

V. Stengel siebenkantig mit zwei konzentrischen Bündelkreisen. Die sieben äußeren Bündel sind kantenständig und stark entwickelt; die Bündel des inneren Ringes sind von verschiedener Stärke, jedoch alle bedeutend mächtiger, als die des äußeren Ringes. Im Marke erscheinen zuweilen, besonders in stärkeren Stengelgliedern, überzählige Siebröhrenbündel. Diesen Stengelbau findet man bei *Bryonia alba* L.

VI. Stengel glatt, stielrund, ohne Kanten. Die fünf inneren und fünf äußeren Bündel stehen abwechselnd in einem Kreise; einige der inneren Gefäßbündel spalten sich stellenweise in zwei oder sogar drei nebenläufige Bündel: *Ecballium Elaterium* A. Rich.

Bei der Erörterung des Gefäßbündelverlaufes der aufgezählten Typen wählte ich für jeden Typus eine Art, deren Stengelquerschnitt und Gefäßbündelverlauf abgebildet sind, um an derselben die Anordnung der Gefäßbündel genau darzu-

legen. Diese Arten, welche in ihrem Baue mit der Beschreibung der typischen Art übereinstimmen, werden als solche angeführt. Diejenigen Arten dagegen, in welchen die einzelnen Bündel eine Abweichung in ihrem Verlaufe aufweisen, werden, falls diese Abweichungen als normal und konstant angenommen werden müssen, eine besondere Erklärung finden.

Bryonia dioica Jacq.

Im fünfkantigen, an den Kanten abgerundeten Stengel dieser Art findet man unter der einschichtigen Epidermis an den Stengelkanten abgeflachte Kollenchymstränge (Taf. I, Fig. 8, *S.*); zwischen den Stengelkanten erscheinen im chlorophyllhaltigen Rindenparenchym stellenweise einzelne Kollenchymplatten, welche mitunter, besonders in alten Stengelgliedern, zu einer geschlossenen Kollenchymzone zusammenschmelzen können. Die chlorophyllhaltige primäre Rinde schließt gegen den Zentralzylinder mit einer oder zwei Zellschichten, deren große Zellen reich an Stärkekörnern sind, der Stärkescheide. Diese grenzt von der Innenseite an den aus mehreren Schichten Sklerenchymfasern zusammengesetzten, nicht immer geschlossenen Sklerenchymring. Der ganze innere Raum ist mit großzelligem Parenchym gefüllt, in welchem die bikollateralen Gefäßbündel scheinbar unregelmäßig zerstreut liegen, bei genauer Beobachtung aber in zwei Bündelringe zu vier Bündeln angeordnet erscheinen. Von den Bündeln des äußeren Ringes stehen zwei an den Kanten des Stengels, zwei andere weichen von dieser Stellung so ab, daß alle vier Bündel ein asymmetrisches Viereck bilden.

Diese bikollateralen Gefäßbündel setzen sich aus einem äußeren und einem inneren Siebteile, zwischen welchen der schwach entwickelte Gefäßteil sich befindet, zusammen. Eine Cambiumschichte kommt in diesen Bündeln nicht vor. Der äußere Siebteil ist bedeutend größer als der innere und enthält mehrere große Siebröhren, die mit Geleitzellen versehen im Cribralparenchym eingebettet sind. Am äußeren Rande des Siebteiles befinden sich zahlreiche Cribralprimanen. Der innere Siebteil weist an seiner Peripherie vorwiegend Cribralparenchym auf.

Im Gefäßteile beobachtet man einige schmale, ringförmig und schraubenförmig verdickte Gefäßtracheïden und Gefäße, die im dünnwandigen Vasalparenchym eingeschlossen sind.

Die vier inneren Gefäßbündel sind bedeutend stärker und weisen am Querschnitte eine breitere Gestalt auf, da ihr Gefäßteil den größten Raum im Bündel einnimmt. Sie sind, ähnlich wie die Bündel des äußeren Bündelkreises, am Stengelquerschnitte asymmetrisch verteilt, unterscheiden sich auch voneinander durch ihre ungleiche Größe. Von diesen Bündeln stehen die drei größeren an den Ecken eines beinahe gleichschenkligen Dreieckes, das vierte, sehr schwach entwickelte Bündel nimmt die Lage des fehlenden Bündels des äußeren Kreises ein.

Im Gefäßteile der größeren Bündel des inneren Bündelkreises beobachtet man zunächst an der inneren Grenze sehr schmale, englumige, im Vasalparenchym eingeschlossene, ringförmig verdickte Tracheïden; nach außen findet man ringförmig und schraubenförmig verdickte Gefäße, denen sehr weitlumige, behöft getüpfelte Gefäße folgen. Die größten Gefäße grenzen an den äußeren Siebteil, in welchem zahlreiche Siebröhren mit ihren Geleitzellen im Cribralparenchym eingebettet stehen. Gegen den Rand des Siebteiles findet man vorwiegend das Cribralparenchym, an der Peripherie selbst aber bemerkt man eine Reihe von Siebröhrenerstlingen.

Ungefähr dieselbe Zusammensetzung weist der innere Siebteil auf, mit dem Unterschiede, daß derselbe kleiner ist und vornehmlich aus dem Cribralparenchym besteht, die Siebröhren dagegen nur in geringer Anzahl sich darin vorfinden.

Im Inneren des Markes kommt zuweilen in älteren Stengeln ein lysigenischer Hohlraum vor, wie er auch bei vielen anderen Cucurbitaceenarten beobachtet wird.

Um den Gefäßbündelverlauf mit seinen Anastomosen in den Stengelknoten übersichtlich darlegen zu können, muß man zunächst den Verlauf der einzelnen Gefäßbündel von ihrer Ursprungstelle bis an ihren Ausgang verfolgen. Faßt man nachher die bis nun gesondert betrachteten Bündel, die den Stengel der Länge nach durchziehen, als ein Ganzes zusammen, und ergänzt man den Längsverlauf mit den Anastomosen und

Kommissuren, durch welche die Bündel in den Stengelknoten mit einander verbunden sind, so kommt das Gesamtbild des Gefäßbündelverlaufes genau zum Vorschein.

An dem Querschnitte des Blattstieles von *Bryonia dioica* beobachtet man mehrere, an der Unterseite stärkere, oben schwächere Gefäßbündel, welche, kreisförmig angeordnet, in das Parenchym eingebettet sind. An der Ansatzstelle des Blattstieles vereinigen sich die Bündel durch Anastomosen in einen Ring, aus dessen unteren Bögen drei Blattspurstränge in das Parenchym des Stengels eintreten. Sie verlaufen an den Kanten des Stengels, jedenfalls an der Innenseite des Sklerenchymringes (Taf. I, Fig. 2, *a*, *b*, *c*).

Verfolgt man den Verlauf der einzelnen Blattspurstränge von ihrer Einbiegungsstelle in den Stengel bis an die Ansatzstelle an den Anastomosen des inneren Bündelkreises, so kommt man zum Schlusse, daß am Querschnitte eines beliebigen Stengelgliedes drei Blattspurstränge des nächstoberen Blattes und ein Strang des zweitoberen Blattes durchschnitten sind. Der Medianstrang (Taf. I, Fig. 2, *b*) steigt nur durch ein Stengelglied nach unten und setzt sich im nächstunteren Stengelknoten mittels zweier schräger Kommissuren an die nebenläufigen, markständigen Gefäßbündel 1 und 2 des inneren Bündelkreises an. Am oberen Ende gabelt sich der Medianstrang in drei Schenkel, deren mittlerer in dem Blattstiele verschwindet, die beiden seitlichen dagegen mit den seitlichen Strängen *a* und *c* sich verbinden.

Die beiden seitlichen Blattspurstränge *a*, *c* bilden insoferne einen einzigen Strang, daß das Gefäßbündel *a*, welches als linker lateraler Strang ein Stengelglied durchsetzt und sich im nächstoberen Knoten mit dem Medianstrange durch eine Anastomose verbindet, noch in das nächstobere Stengelglied hinaufsteigt und als Bündel *c* den rechten Lateralstrang des zweitoberen Blattes ausmacht. Der linke Lateralstrang des unteren Blattes wird demzufolge zum rechten Lateralstrange des nächstoberen Blattes. Man kann daher die zwei Blattspurstränge in den unteren Stengelgliedern als vereintläufig betrachten.

Im ganzen steigt der Lateralstrang *a' a c* durch drei Internodien nach abwärts. Von der Ansatzstelle des Blattstieles, wo

er mittels der Kommissur mit dem Medianstrange verbunden ist, geht er als rechter seitlicher Blattspurstrang *c* durch ein Stengelglied nach abwärts, verbindet sich im nächstunteren Stengelknoten durch eine kurze Kommissur mit dem Bündel 2 des inneren Bündelkreises, außerdem durch eine bogenartige Kommissur mit dem Medianstrange des Blattes; durch zweitunteres Stengelglied verlauft dieses Bündel als linker seitlicher Blattspurstrang *a* zum zweitunteren Stengelknoten, wo es sich durch zwei schräge Kommissuren mit der Queranastomose des inneren Bündelringes in Verbindung setzt, steigt noch durch das drittuntere Stengelglied als Blattspurstrang a' nach unten, um sich im drittunteren Stengelknoten an das Gefäßbündel 2 des inneren Kreises seitlich anzusetzen.

Beobachtet man näher den Gefäßbündelverlauf des inneren Bündelkreises, so bemerkt man bald, daß an der Entwicklung der Achselorgane *x*, *y*, *z* eines jeden Stengelknotens sich nur zwei größere Gefäßbündel beteiligen, nämlich die zwei am Querschnitte nebeneinander liegenden großen Gefäßbündel 1 und 2. Das Gefäßbündel 2 entspringt im zweitunteren Stengelknoten als Bündel $2'$ aus der Queranastomose der unteren Gefäßbündel; die miteinander bogenartig anastomosierenden Schenkel sind die nach der Entstehung der Achselorgane, sowie der horizontalen Queranastomosen zurückgebliebenen Teile der Gefäßbündel 1 und 2. Das Bündel $2'$ wird im nächstfolgenden oberen Stengelknoten durch Queranastomose verstärkt, durchsetzt als das stärkste Gefäßbündel 2 das folgende Stengelglied und liefert im zweitoberen Knoten, in Verbindung mit dem seitlichen Zweige des Bündels 1, drei Seitenorgane, nämlich: die seitwärts links ausbiegende Ranke *x*, den vegetativen Sproß *y* und die aus der Vereinigung mit dem aus dem Gefäßbündel 2 entstandenen Bündelzweige rechts erscheinende Blüte *z*.

Der untere Teil des Gefäßbündels 1 entspringt als schwaches Bündel $1'$ aus der vom Gefäßbündel 1 sich horizontal abzweigenden Queranastomose. Dieses Bündel wird im höheren Stengelknoten durch die Verbindung mit der vom Gefäßbündel 2 stammenden Anastomose bedeutend verstärkt, steigt noch durch ein Stengelglied aufwärts und spaltet sich im nächstfolgenden Stengelknoten in drei Arme, deren einer die Blüte *z* liefert, der

zweite eine bogenförmige Anastomose mit dem Gefäßbündel 2 bildet, der dritte als Queranastomose im Gefäßbündel 2′ verschwindet.

Es leuchtet demnach ein, daß an einem Stengelquerschnitte vom inneren Bündelkreise die drei starken Gefäßbündel 1, 2, 2′ und das schwache Bündel 1′ durchschnitten werden.

Betrachtet man nun das Gesamtbild des Gefäßbündelnetzes in zwei einander nachfolgenden Stengelknoten und dem dazwischen liegenden Stengelglied, so treten uns zunächst die Queranastomosen entgegen. Sie bilden die Übergangsglieder zwischen den stärksten Gefäßbündeln des unteren und des oberen Internodiums. In jedem Stengelknoten sind nämlich die zwei Bündel des inneren Bündelkreises 1 und 2 die tätigsten. Verfolgt man ihren Verlauf, so bemerkt man, daß sie zunächst durch das untere Stengelglied dicht nebeneinander aufwärts laufen und jedes derselben sich im nächsten Stengelknoten in drei Äste spaltet. Aus den bogenartig oben sich vereinigenden Ästen entsteht das Bündel 2′ des oberen Stengelgliedes; die nach einwärts abweichenden Verzweigungen liefern die Seitenorgane: die Ranke *x*, den vegetativen Sproß *y* und die Blüte *z*; vermittels der stärksten Äste dagegen, die horizontal als Anastomosen verlaufen, werden die ungefähr gegenüber stehenden Gefäßbündel 1 und 2 verstärkt. Diese verstärkten Gefäßbündel übernehmen im nächstoberen Stengelgliede die Rolle der Bündel 1 und 2 des unteren Stengelgliedes. Außerdem entsteht ein neues schwaches Gefäßbündel 1′ an der horizontalen Anastomose des Bündels 1.

Von den Gefäßbündeln des äußeren Kreises gehen die Blattspurstränge *b* und *c* in den Blattstiel über; das Bündel *a* verstärkt dieselben durch eine Seitenanastomose, steigt aber selbst um ein Stengelglied aufwärts, um als Bündel *c* im nächstfolgenden Blatte zu verschwinden.

In allen Stengelexemplaren von *Bryonia dioica*, die mir zur Verfügung standen, habe ich den eben geschilderten Gefäßbündelverlauf gefunden. Es scheint aber, daß gewisse ältere Stengelglieder am Querschnitte einen regelmäßigeren Bau, welcher dem unten zu beschreibenden Stengelbaue von *Cyclanthera pedata* entspricht, haben mögen. Besonders auf Grund der

genauen Übereinstimmung des beschriebenen Gefäßbündelverlaufes mit dem Verlaufe einzelner Gefäßbündel in dem Stengel der Art *Cyclanthera pedata* kann man die Vermutung hegen, daß die Gefäßbündelanordnung von *Bryonia dioica* nur eine einfachere Form des Typus der *Cyclanthera pedata* darstellt, die durch Verkümmerung eines äußeren und eines inneren Bündels entstanden ist. Diese Vermutung wird auch durch den von Lotar beschriebenen und abgebildeten Stengelquerschnitt bestätigt, an welchem fünf äußere und fünf innere Gefäßbündel dargestellt sind. [1]

Cucumis sativus L.

Am Querschnitte des Stengels von *Cucumis sativus* finden sich fünf unregelmäßig verteilte und ungleiche Kanten vor; drei Kanten sind stumpf abgerundet und weit voneinander entfernt (Taf. II, Fig. 1), zwei dagegen sind näher gerückt und durch eine tiefe Furche getrennt. Den vier flachen Furchen entsprechen vier asymmetrisch gestellte große Gefäßbündel des inneren Bündelkreises; an den Kanten befinden sich fünf schwächere Bündel des äußeren Bündelringes. Da der Verlauf und die Anastomosen der Gefäßbündel des inneren Kreises denen von *Bryonia dioica* ungefähr analog sind (Taf. II, Fig. 2), sehen wir von der Beschreibung ihres Verlaufes vorläufig ab. Es kommt nur darauf an, den Verlauf und die Kommissuren der Gefäßbündel des äußeren Kreises oder der Blattspurstränge zu ermitteln.

Aus jedem Blattstiele steigen drei Blattspurstränge in den Stengel, nachdem sie sich an der Ansatzstelle des Blattes durch Anastomosen miteinander verbunden hatten. Der Medianstrang $b\,b'$ durchsetzt zwei Stengelglieder nach unten und schließt sich im zweitunteren Knoten seitlich an die Anastomose des Gefäßbündels 1, welche dieses Bündel mit dem Gefäßbündel $2'$ verbindet. Der linke seitliche Blattspurstrang a bildet die Verlängerung des Stranges a', welcher den rechten Lateralstrang des nächstunteren Blattes darstellt. Der Blattspurstrang a' geht

---

[1] H. A. Lotar, Essai sur l'Anatomie comparée etc., S. 26.

durch ein Stengelglied nach unten, verbindet sich mittels Kommissuren mit der Queranastomose des unteren Stengelknotens, durchsetzt noch ein Internodium als Blattspurstrang *a''* und legt sich seitlich an die Bogenanastomose des Bündels 2 an.[1]

Vergleicht man nun den Gefäßbündelverlauf mit dem Querschnitte des Stengels, so fällt sofort auf, daß an einem Stengelquerschnitte dieselben Gefäßbündel zweimal, ja sogar dreimal durchschnitten werden, je nachdem diese Bündel durch zwei oder drei Stengelglieder nach unten steigen. Es treten nämlich im Stengel zwei Gefäßbündel des inneren Kreises 1 und 2, deren untere Verlängerung die Bündel 1' und 2' bilden, und zwei Gefäßbündel des äußeren Kreises *a* und *b* auf. Da der Blattspurstrang *a* durch drei Stengelglieder nach unten steigt, findet man ihn am Stengelquerschnitte in drei Punkten als *a*, *a'*, *a''*. Der Strang *b* durchsetzt zwei Stengelglieder, findet sich daher am Querschnitte als *b* und *b'* vor.

Der Unterschied zwischen dem Gefäßbündelnetze von *Bryonia dioica* und *Cucumis sativus* besteht darin, daß in der ersten Art der Blattspurstrang *b'* verschwindet; im inneren Kreise dagegen ist das Bündel 1' der Art *Bryonia dioica* bedeutend schwächer als das Bündel 1, was bei *Cucumis sativus* nicht vorkommt; außerdem hat das Bündel 1' in *Cucumis sativus* seine Ansatzstelle an der Verlängerung des Bündels 1, in *Bryonia dioica* ist dagegen dieser Ansatzpunkt auf die Queranastomose des Bündels 1 übertragen.

Der bei *Cucumis sativus* geschilderte Gefäßbündelverlauf findet sich auch bei *Thladiantha dubia* Bunge vor, mit dem Unterschiede, daß der Blattspurstrang *a* mit seinem oberen Ende nicht an die Queranastomose des Bündels 1 sich ansetzt, sondern sich an den nebenläufigen Blattspurstrang *a''* anlegt, um als rechter seitlicher Blattspurstrang des nächstoberen Blattes noch ein Stengelglied zu durchsetzen.

---

[1] Die Angabe De Bary's (vergl. Anat., S. 249), daß die Stränge der dreisträngigen Blattspur mit der 1 und 2 verschränktläufig seien, ist, wie aus der Figur ersichtlich, irrtümlich.

Cyclanthera pedata Schrad.

Dieser Typus umfaßt die meisten Arten, welche ich auf den Gefäßbündelverlauf untersucht habe. Hieher gehören: *Benincasa cerifera* Savi, *Coccinia indica* W. & A., *Cyclanthera explodens* Naud., *Luffa acutangula* Roxb., *Momordica Charantia* L., *Sicyos angulata* L., *Trichosanthes colubrina* Jacq., *Trichosantes palmata* Roxb., *Cucumis melo* L. und *Lagenaria vulgaris* Ser. Die drei letzteren Arten, welche in den Einzelheiten ihrer Gefäßbündelanordnung gewisse Abweichungen von dem typischen Bau darbieten, werden nachträglich besonders besprochen werden.

An dem Querschnitte des Stengels von *Cyclanthera pedata* beobachtet man an den Stengelkanten fünf mächtige Kollenchymbündel (Taf. I, Fig. 1, *s*). An das chlorophyllhaltige Parenchym grenzt der mehrschichtige Sklerenchymring *r*, welcher in jungen Stengelgliedern einen geschlossenen Kreis bildet, in ausgewachsenen Stengelgliedern dagegen an den Stellen zwischen den Gefäßbündeln sich auflöst und nur aus Stücken, die über den Gefäßbündeln liegen, besteht. In dem großzelligen Grundparenchym finden sich zehn in zwei Bündelkreisen angeordnete Gefäßbündel vor. Die bikollateralen Gefäßbündel des äußeren Kreises besitzen alle ungefähr dieselbe Entwicklung; die Bündel des inneren Ringes unterscheiden sich vielfach voneinander durch ihre Stärke und ihren Bau. In der Regel besitzen die drei großen Gefäßbündel 1, 2, 1′ den gleichen bikollateralen anatomischen Bau und gleiche Entwicklung; ganz anders verhalten sich die zwei schwächeren Bündel 2′ und 2″, welche die untere Verlängerung des bikollateralen Bündels 2 bilden.

Was den anatomischen Bau der letztgenannten Bündel anbelangt, nimmt man bei den Arten dieses Typus eine große Verschiedenheit wahr; sie sind manchmal sogar bei derselben Art, je nach dem Alter des Stengelgliedes, veränderlich.

Im einfachsten Falle enthalten diese Bündel auch in den ältesten Stengelgliedern nur Siebteile, sie bilden somit die isolierten Siebröhrenbündel, welche im drittoberen Stengelgliede

zu gewöhnlichen bikollateralen Bündeln sich umgestalten. Solche Bündel kommen in den Arten: *Coccinia indica* W. & A., *Trichosanthes colubrina* Jacq., *Sicyos angulata* L. und *Cyclanthera explodens* Naud. vor.

In anderen Arten erscheinen in jungen Stengelgliedern in diesen Bündeln nur Siebteile, sie bekommen aber in älteren Internodien an ihren Innenseiten ein oder einige Gefäße, bilden sich daher in kollaterale Bündel um. Sie unterscheiden sich von den bikollateralen Bündeln des inneren Kreises nicht nur durch den einfachen kollateralen Bau, sondern auch durch die Abwesenheit der englumigen Gefäßtracheïden, welche jedenfalls in den bikollateralen Bündeln vorhanden sind. Solche Bündel beobachtet man in den Arten: *Momordica Charantia* L., *Luffa acutangula* Roxb., *Cyclanthera pedata* Schrad.

Endlich gehören diesem Typus auch Arten an, in welchen alle fünf Bündel des inneren Bündelkreises einen ungefähr gleichen bikollateralen Bau aufweisen, z. B. die Arten: *Benincasa cerifera* Savi, *Cucurbita Pepo* L. und *Cucumis melo* L.

Der äußere Bündelring von *Cyclanthera pedata* enthält fünf Blattspurstränge, die von den oberen drei Blättern herabsteigen; a, b, a' gehören als dreisträngige Blattspur dem nächstoberen Blatte an, a', b', a'' biegen im zweitoberen Stengelknoten in den Blattstiel aus, a'' bildet noch eine Verlängerung als rechter seitlicher Blattspurstrang in das drittobere Blatt, in dessen Basis er verschwindet.

Von den Bündeln des inneren Kreises finden die Gefäßbündel 1 und 2 in dem nächstoberen Stengelknoten in den seitlichen Achselorganen ihren teilweisen Abschluß; das Gefäßbündel $1'$ und das kollaterale Bündel $2'$ verlängern sich in das obere Stengelglied, wo sie als bikollaterale Bündel 1 und 2 auftreten und im zweiten Stengelknoten die seitlichen Organe liefern. Das kollaterale Bündel $2''$ gehört als späteres Bündel 2 dem drittoberen Stengelknoten an.

Der Verlauf und die Anastomosen der einzelnen Gefäßbündel bieten keinen bedeutenden Unterschied von dem Verlaufe und den Anastomosen der Gefäßbündel in der Art *Cucumis sativus*. Man muß dennoch zunächst die einzelnen Bündel ins Auge fassen und ihren Verlauf von dem Eintritte in den Stengel

bis an die Ansatzstelle an den Anastomosen genau verfolgen, wenn man eine klare Übersicht des ganzen Bündelnetzes erlangen will.

Bei der Beobachtung der Bündel des äußeren Bündelringes bemerkt man, daß alle diese Bündel Blattspurstränge sind. Der mediane Strang verlauft durch zwei Stengelglieder, die lateralen Blattspurstränge steigen durch drei Internodien nach abwärts.

Der mittlere Blattspurstrang b tritt in den Stengel durch die Mitte des Querbogens, welcher aus den Anastomosen an der Ansatzstelle des Blattes entsteht. Von diesem Punkte steigt dieser Strang durch ein Stengelglied hinab, vereinigt sich durch Kommissuren mit der Queranastomose n, verlauft noch ein Stengelglied nach abwärts und legt sich seitlich an den bogenartigen Schenkel t des Bündels 2 an.

Die lateralen Blattspurstränge a und a' sind für je zwei aufeinander folgende Blätter gemeinschaftlich, indem der rechte obere Lateralstrang die Verlängerung des linken unteren Lateralstranges bildet.

Verfolgt man den Verlauf des Blattspurstranges a, so bemerkt man, daß er als rechter seitlicher Strang ein Stengelglied durchsetzt und sich im unteren Stengelknoten mittels einer einfachen Kommissur mit der Anastomose m verbindet. Unter dem Knoten erscheint an diesem Strange eine Abzweigung, welche nach der rechten Seite ausbiegt und sich als linker Lateralstrang mit dem medianen Blattspurstrange des unteren Blattes verbindet. Nachher zieht er als linker Blattspurstrang noch durch zwei Stengelglieder nach unten und schließt sich seitlich dem bogenartigen Arm s des Bündels 1 an. Der untere Teil dieses Blattspurstranges gehört somit durch zwei Stengelglieder als linker Lateralstrang dem rechten Blatte an und ist mit dem linken Lateralstrange des nächstoberen Blattes vereintläufig.

Die Stränge a'' und b', die am Querschnitte sich vorfinden, entsprechen den gleichnamigen Blattspursträngen des hinteren Blattes.

Von den Bündeln des inneren Bündelkreises sind für jeden Stengelknoten die Bündel 1 und 2 die wichtigsten. Das Bündel 1, welches im zweitunteren Stengelknoten als Bündel $1'$ aus

der Vereinigung der beiden Schenkel *s* und *t* der unteren Gefäßbündel 1 und 2 entstanden ist, verstärkt sich während seines Verlaufes im mittleren Stengelknoten durch die Anastomose *n*; es steigt noch durch ein Stengelglied nach aufwärts und spaltet sich im nächstoberen Stengelknoten in drei große Zweige. Der nach auswärts ausbiegende Zweig teilt sich in drei kleinere Arme, aus welchen die drei Seitenorgane sich bilden: *x* die links ausbiegende Ranke, x' der vegetative Seitensproß und x'' die weibliche Blüte. Der Arm *m* bildet die Queranastomose, aus welcher das Gefäßbündel 2 des nächstoberen Stengelgliedes hauptsächlich entstanden ist; aus dem bogenartigen Arme *s* entsteht in Verbindung mit dem Arme *t* das Gefäßbündel 1′ des folgenden Internodiums. An diesen Arm setzt sich der Blattspurstrang a'' seitlich an. In der Ecke, wo die Zweige *m* und *s* zusammenkommen, hat das Bündel 2 des drittoberen Stengelgliedes seinen Ursprung als schwaches kollaterales Bündel 2″.

Das mit dem Bündel 1 nebenläufige Bündel 2, dessen Ursprungsstelle eben angegeben worden ist, geht durch drei Stengelglieder und zwar in den zwei unteren Internodien als kollaterales Bündel 2″ und 2′; vor dem Eintritte in das dritte Stengelglied wird dieses Bündel durch die Anastomose *m* verstärkt, steigt als mächtiges bikollaterales Gefäßbündel durch das dritte Internodium nach oben und teilt sich im nächsten Stengelknoten in drei Äste. Der Ast *t* steigt bogenartig nach aufwärts, um in Verbindung mit dem Arme *s* das Bündel 1′ zu bilden; der zweite Arm *y* liefert den männlichen Blütenstand; der dritte Schenkel *n* tritt als Anastomose zwischen dem Bündel 2 und dem Bündel 1 des nächstoberen Stengelgliedes auf. Die anderen Bündel 2′ und 2″, die am Querschnitte sich vorfinden, gehören den gleichnamigen Teilen der Bündel an, die in höheren Stengelknoten ihren Abschluß finden.

Aus dieser Darlegung ersieht man, daß in jedem Stengelknoten die zwei Bündel des inneren Bündelkreises 1 und 2 die tätigsten sind, indem aus denselben alle achselständigen Seitenorgane ihren Ursprung nehmen; der Überschuß derselben wird teilweise zur Bildung der Bündel des oberen Stengelgliedes 1′ und 2, teilweise zur Verstärkung des Bündels 1 verwendet.

Die Bündel 1 und 2 übernehmen dieselbe Tätigkeit im folgenden Stengelknoten.

Den eben dargelegten Gefäßbündelverlauf weisen die meisten von mir untersuchten Arten dieses Typus auf. Die Abweichungen, die in einzelnen, oben erwähnten Arten vorkommen, betreffen hauptsächlich die Bündelstücke 2′ und 2″, d. h. die untere Verlängerung des Bündels 2. Dieses Bündel ist nämlich in dem unteren Teile vorwiegend ein Siebröhrenbündel, welches keinen Gefäßteil besitzt. Es kommt aber in gewissen Arten vor, daß entweder das Stück 2′, oder aber 2′ und 2″ zu kollateralen Bündeln sich umgestalten, d. h. an ihrer Innenseite von einem Gefäßbündel begleitet werden, z. B. in den Arten: *Momordica Charantia*, *Luffa acutangula*, *Cyclanthera pedata* (Taf. I, Fig. 1, 2′, 2″).

In den Arten *Benincasa cerifera* und *Cucurbita Pepo*[1] sind die genannten Bündelstücke sehr stark entwickelt und den drei anderen Gefäßbündeln des inneren Bündelringes beinahe gleich (Taf. I, Fig. 7).

In den Stengeln von *Cucumis melo* ist dagegen mitunter ein Bündel des inneren Bündelkreises in zwei sehr schwache nebenläufige Bündel gespalten.

Auf dem Querschnitte des Stengels von *Lagenaria vulgaris* (Taf. II, Fig. 5) beobachtet man zwischen den Bündeln 1 und 2′ des inneren Bündelringes ein sehr schwaches Siebbündelchen *n*, welches an der Anastomose zwischen den Bündeln 2′ und 1 seinen Ursprung nimmt (Taf. II, Fig. 7, 5) und nur ein Stengelglied durchsetzt, um an der Anastomose des folgenden Stengelknotens zu verschwinden.[2]

Das Gefäßbündelsystem von *Coccinia indica* stimmt in den meisten untersuchten Stengelgliedern mit dem typischen Bau überein (Taf. V, Fig. 4). Es kommen aber auch einzelne Exemplare vor, an deren Querschnitte nur vier äußere und vier innere Gefäßbündel erscheinen, oder fünf äußere und vier innere Bündel sich vorfinden. In diesen Fällen entspricht der Gefäß-

[1] Vergl. Dutailly, Recherches anatomiques et organogéniques sur les Cucurbitacées, Taf. I, Fig. 7.

[2] H. A. Lotar, Essai sur l'anatomie comparée etc., S. 60.

bündelverlauf von *Coccinia indica* den zwei zuerst geschilderten Typen. Auf Grund dieser Erscheinung kann man auch der Vermutung beistimmen, daß die Typen mit vier inneren Bündeln durch Verkümmerung eines Gefäßbündels entstanden sind, daß daher die Gefäßbündelanordnung mit zwei Bündelkreisen zu fünf Bündeln als das Ursprüngliche und Maßgebende in der Familie der Cucurbitaceen anzunehmen ist.

Als eine besondere Abart in der Anordnung der Gefäßbündel dieses Typus, deren Eigentümlichkeiten konstant sind, ist noch das Gefäßbündelsystem von *Trichosanthes palmata* anzuführen. Man beobachtet in dieser Art Abweichungen sowohl in dem äußeren wie in dem inneren Bündelkreise.

Im äußeren Bündelringe ist der Verlauf der seitlichen Blattspurstränge *a* und b'' (Taf. III, Fig. 3) insoferne auffallend, daß beide Lateralstränge von der Ansatzstelle ihres Blattes aufwärts steigen, wobei b'' zwei Stengelglieder, *a* sogar drei Stengelglieder durchsetzt, um nachher als Medianstrang in das höher liegende Blatt auszubiegen.

Unter den Bündeln des inneren Ringes beobachtet man, daß das Bündel $1'$ nicht aus der Vereinigung der Bogenanastomosen *s* und *t* seinen Ursprung nimmt, sondern eine gerade Verlängerung des Bündels 2 ausmacht. An der Stelle dagegen, wo sich die Bogenanastomosen verbinden, entsteht ein schwaches Bündel des äußeren Bündelkreises.

Es leuchtet ein, daß, wenngleich der Stengelquerschnitt von *Trichosanthes palmata* (Taf. IV, Fig. 6) dem Querschnitte von *Cyclanthera pedata* ungefähr gleichkommt, die an beiden Querschnitten beobachteten Bündel nicht analog sind.

Cucurbita perennis A. Gray.

An dem Querschnitte des fünfkantigen, an den Kanten abgerundeten Stengels von *Cucurbita perennis* findet man unter der Epidermis beinahe am ganzen Umfange des Stengels breite Kollenchymplatten, die aber niemals in einen geschlossenen Kollenchymring verschmelzen, sondern stellenweise durch das Rindenparenchym unterbrochen sind. Dieses Parenchym bildet eine an der Innenseite der Kollenchymplatten ausgebreitete

Zone, welche an den Sklerenchymring (Taf. V, Fig. 1, *r*) angrenzt. In der Umgebung des Sklerenchymringes, besonders aber in dem Parenchym an dessen Innenseite, finden sich zahlreiche, im späteren Alter der Stengelglieder obliterierte, isolierte Siebröhren vor, die das Grundparenchym in allen Richtungen durchsetzen. Solche Bündel hat Fischer in der Art *Cucurbita Pepo* genau untersucht und ebenfalls in der Nähe des Sklerenchymringes in großer Anzahl nachgewiesen.

Im Grundparenchym des Stengels beobachtet man am Querschnitte einen fünfstrahligen Stern. Das Bild dieses Sternes wird durch eine im Zickzack laufende Linie hervorgerufen, welche aus Gefäßbündelquerschnitten, die reihenweise angeordnet sind, besteht (Taf. V, Fig. 1). An den inneren und äußeren Ecken dieser gebrochenen Linie befinden sich die stärksten Gefäßbündel; die geraden Linienstücke enthalten gegen außen kleinere, gegen innen größere Gefäßbündel. Mit Ausnahme der kleinsten Bündel (Taf. V, Fig. 1, 1), die neben den äußersten Bündeln verlaufen und isolierte Siebbündel darstellen, sind alle Bündel bikollateral. Mitunter bemerkt man querverlaufende Siebröhren, welche die äußersten Gefäßbündel untereinander oder auch mit dem entokyklischen Siebbündelsysteme verbinden.

Wie bei den meisten Cucurbitaceenarten, die einen fünfkantigen Stengelbau aufweisen, unterscheidet man bei *Cucurbita perennis* fünf äußere: $\alpha\delta$, γ, β, $\alpha'\delta'$, γ' Gefäßbündel, deren einzelne sich in zwei nebenläufige Bündel ($\alpha\delta$, $\alpha'\delta'$) spalten können. Dasselbe bemerkt man an den inneren Bündeln: aa', c, e, bb', d, unter welchen die Bündel aa', bb' doppelt erscheinen. Von den Bündeln des inneren Bündelringes spalten sich gewöhnlich diejenigen in zwei nebenläufige Bündel, welche in den nächstoberen Stengelknoten an der Bildung der Achselorgane sich beteiligen.

Der Verlauf und die Anastomosen der Gefäßbündel sind an der Taf. V, Fig. 2 übersichtlich dargestellt. Die zwei nebenläufigen Bündel des inneren Bündelkreises bb', die an der Queranastomose m ihren Ursprung nehmen, steigen durch zwei Stengelglieder nach oben, anastomosieren als Bündel aa' in dem zweitoberen Stengelknoten miteinander und mit dem Bündel δ

des äußeren Bündelringes und bilden die Achselorgane. Aus dem Bündel a' entspringt ein nach auswärts ausbiegender Bündelarm, der sich sofort in drei Zweige spaltet. Der mittlere Zweig y bildet den vegetativen Seitensproß, an welchem zur Rechten die Blüte z, zur Linken die Ranke x entspringt. In die Ranke biegt auch ein Teil des äußeren Bündels α aus. Aus demselben Gefäßbündel entspringt auch das Bündel des äußeren Kreises α'; aus der Anastomose, welche die Bündel a und a' verbindet, nimmt das mit α' nebenläufige Bündel δ' seinen Ursprung. Das Bündel a setzt nach der Anastomose seinen Verlauf nach oben als Bündel e fort, anastomosiert im nächsten Stengelknoten mit dem Gefäßbündel c, steigt noch durch vier Stengelglieder als Bündel d, c, b, a nach oben, um im fünften Stengelknoten die ursprüngliche Rolle zu übernehmen. Ähnlichen Verlauf weisen die übrigen Gefäßbündel des inneren Bündelringes auf.

Die Blattspurstränge bieten einen einfacheren Verlauf dar. Der rechte Blattspurstrang des zweitoberen Blattes $\alpha\alpha'$ und der linke Blattspurstrang des erstoberen Blattes besitzen eine gemeinschaftliche Ursprungsstelle an der Queranastomose der Gefäßbündel a und a'. Der mittlere Blattspurstrang $\gamma'\gamma$ setzt sich an die untere Anastomose der Gefäßbündel $b\,d$ an, zieht durch zwei Stengelglieder nach oben und verbindet sich mit den Lateralsträngen α, β durch bogenartige Kommissuren, an welche die zahlreichen Gefäßbündel des Blattstieles sich anschließen (auf der Zeichnung Taf. V, Fig. 2 sind diese Bündel weggelassen).

Was die übrigen bikollateralen Gefäßbündel sowie Siebbündel anbelangt, die den Raum zwischen den Bündeln des inneren und des äußeren Bündelkreises erfüllen, sind dieselben als überzählige oder Nebenbündel zu betrachten. Ihr Ursprung ist immer an der Anastomose m zu finden; sie setzen sich nach dem Verlaufe von vier Stengelgliedern an die Anastomose n an und beteiligen sich derart an der Bildung der Achselorgane.

Bryonia alba L.

Der Stengel dieser perennierenden Art unterscheidet sich von anderen Cucurbitaceenstengeln dadurch, daß er nicht fünf-, sondern siebenkantig ist (Taf. III, Fig. 2). Die Kanten weisen

zwar eine ungleiche Entwicklung auf, die Untersuchung des inneren Stengelbaues liefert aber den Beweis, daß alle Stengelkanten gleichwertig sind.

Am Umfange des Stengels beobachtet man unter der Epidermis breite Kollenchymplatten (*S*, *s*), deren Mächtigkeit an den Stengelkanten die auffallendste ist. Das chlorophyllhaltige Rindenparenchym ist von dem Sklerenchymring durch eine zweischichtige Stärkeschicht getrennt. Die Zellen des Grundparenchyms sind auch in alten Stengelgliedern mit Stärkekörnern gefüllt so, daß alle Gefäßbündel im stärkehaltigen Grundparenchym eingebettet sind. Der äußere Gefäßbündelring umfaßt sieben kantenständige, bikollaterale gleichgroße Gefäßbündel; die sieben Bündel des inneren Ringes unterscheiden sich von einander durch ihre Größe. Die Gefäßbündel nämlich, aus welchen im nächstoberen Stengelknoten die achselständigen Seitenorgane entspringen, erscheinen immer als die mächtigsten am Querschnitte des Stengels. Im Inneren des Markes älterer Stengelglieder beobachtet man einige markständige Siebbündel (Taf. III, Fig. 2, *d*).

Die Blattspur ist in der Art *Bryonia alba* immer dreisträngig, der Verlauf der Blattspurstränge kurz und einfach. Der linke Lateralstrang *a* steigt durch drei Stengelglieder, der Medianstrang *b* und der rechte seitliche Strang *c* durch zwei Stengelglieder hinab und schließen sich den Anastomosen des drittunteren, respektive des zweitunteren Stengelknotens an. Der linke Lateralstrang geht mithin (Taf. III, Fig. 1, *a*) von der Ansatzstelle des Blattes als das Bündel *a* durch ein Stengelglied nach unten, verbindet sich durch schräge Kommissuren mit den Bündeln 3 und 5 neben der Anastomose *m*, zieht als Bündel a' und a'' noch durch zwei Internodien nach abwärts, und setzt sich an die Anastomose *m* an. Der Medianstrang geht als *b* und b' durch zwei Stengelglieder nach unten und schließt sich der Anastomose *n* dicht neben der Verzweigungsstelle des Bündels 5 an. Der rechte Lateralstrang *c* vereinigt sich durch Kommissuren im nächstunteren Stengelknoten mit der Anastomose *n*, steigt als Bündel c' durch das zweituntere Stengelglied und legt sich seitwärts an die bogenartige Anastomose des Bündels 7 an.

Um den Verlauf der Gefäßbündel des inneren Bündelkreises genau verfolgen zu können, muß man mit dem Gefäßbündel 6 beginnen. Dieses Bündel entsteht an dem Vereinigungspunkte *y* der zwei bogenförmigen Anastomosen der Bündel 5 und 7; es zieht durch ein Stengelglied nach oben, wird durch die Anastomose *n*, die vom Bündel 5 ausgeht, im nächsten Stengelknoten verstärkt, steigt noch durch ein Stengelglied nach oben und teilt sich im zweitoberen Knoten in vier ungleiche Äste ein. Der stärkste dieser Äste steigt als Bündel 1 nach aufwärts; der rechte Ast *m* bildet die Anastomose mit zwei benachbarten Gefäßbündeln und dient hauptsächlich zur Verstärkung des Bündels 5; der linke bogenartig aufsteigende Schenkel trägt zur Bildung des oberen Bündels 6 bei, der nach auswärts ausbiegende Arm gabelt sich in zwei schwächere Bündel *z* und *y*. Das Bündel *z* versieht die unverzweigte Ranke, das Bündel *y* vereinigt sich mit der gleichnamigen Abzweigung des Bündels 5 und bildet den vegetativen Sproß.

Beobachtet man den Verlauf des Bündels 1, welches die Verlängerung des Bündels 7 ausmacht, so bemerkt man, daß dasselbe als Bündel 1, 2, 3, 4, 5 fünf aufeinander folgende Stengelglieder durchlaufen muß, um im fünftoberen Stengelknoten als das Bündel 5 an der Verästelung des Stengels teilzunehmen. Dabei gabelt sich dieses Bündel in drei Arme. Der mächtigste teilt sich wieder in zwei kleinere *x* und *y*; *x* verschwindet in dem Blütenstande, *y* vereinigt sich mit dem entsprechenden Zweige des Bündels 7 und biegt in den oben erwähnten vegetativen Achselsproß aus. Die aufsteigende Anastomose bildet den Ursprung des Bündels 6, die horizontale Anastomose *n* verstärkt das Bündel 7 des oberen Stengelgliedes.

Aus der Gefäßbündelanordnung ersieht man leicht, daß die Blattstellung der Art *Bryonia alba* der Divergenz $^3/_7$ entspricht. Diese Blattstellung findet sich bei keiner anderen von mir untersuchten Art vor; demgemäß findet man einen analogen Gefäßbündelverlauf in keiner anderen Cucurbitaceenart.

Ecballium Elaterium A. Rich.

In allen bisher beschriebenen Arten trat uns ein kantiger Stengel entgegen; die Zahl der Blattspurstränge, sowie die

Zahl der Bündel des inneren Bündelringes richtete sich vorwiegend nach der Zahl der Stengelkanten. In der Art *Cucurbita perennis* sind zahlreiche Gefäßbündel in einem fünfstrahligen Stern angeordnet. In allen diesen Fällen sind demnach alle Gefäßbündel, ohne Unterschied, ob sie dem äußeren oder dem inneren Bündelkreise angehören, in einem der Stengeloberfläche parallelen Gürtel zusammengestellt. Bei *Ecballium Elaterium* nimmt man einen stielrunden Stengel wahr; demzufolge sind alle Gefäßbündel in einem einzigen Kreis angeordnet. Dessenungeachtet lassen sich die Blattspurstränge von den Gefäßbündeln, die dem inneren Bündelkreise entsprechen, genau nach ihrer Größe und Funktion unterscheiden.

Der bikollaterale Bau der Gefäßbündel von *Ecballium Elaterium* weist aber einen Unterschied vom anatomischen Bau der übrigen Cucurbitaceenbündel auf. An den Gefäßbündeln beobachtet man hier nämlich einen mächtigen äußeren Siebteil und einen großen Gefäßteil; der innere Siebteil ist dagegen auffallend klein und besteht aus Cribralparenchym und Cribralprimanen am Rande des Siebteiles. Je breiter der Gefäßteil, desto kleiner der innere, desto größer der äußere Siebteil. Da die Bündel von *Ecballium Elaterium* nahe nebeneinander stehen, kann man annehmen, daß der innere Siebteil nur in diesem Falle sich ausbilden kann, wenn zwischen den einzelnen Bündeln ein genügender Raum für das Grundparenchym hinterbleibt. Zwar ist das Vorhandensein der inneren Siebbündel in bikollateralen Bündeln nicht durch das Grundparenchym bedingt, wohl aber durch die isolierten Siebbündel, welche in diesem Parenchym als Kommissuren eingebettet sind und die Eiweißströmung zwischen der Rinde und den Siebröhren des inneren Siebteiles vermitteln. Diese Annahme wird durch die Untersuchungen Fischer's an den Stengeln von *Cucurbita Pepo* bestätigt.[1] Umgekehrt muß man daraus folgern, daß in allen Fällen, wo in dem Stengel bikollaterale Gefäßbündel vorhanden sind, auch die isolierten Siebbündel als Kommissuren sich auffinden lassen müssen. Am Querschnitte des stielrunden Stengels

[1] Dr. A. Fischer, Untersuchungen über das Siebröhrensystem der Cucurbitaceen, Taf. VI, Fig. 1, 8, 10, 14.

von *Ecballium Elaterium* beobachtet man unter der Epidermis das rundzellige, chlorophyllhaltige Rindenparenchym, welches an den einschichtigen, stellenweise unterbrochenen Sklerenchymring (Taf. V, Fig. 6, *r*) angrenzt. Das Rindenparenchym, welches an der inneren Seite des Sklerenchymringes liegt, besitzt sehr zahlreiche, isolierte Siebröhren; dieselben erscheinen in der Nähe der äußeren Siebbündel als querverlaufende Kommissuren. Die bikollateralen Bündel erreichen in älteren Stengelgliedern solche Mächtigkeit, daß die Zellen des dazwischenliegenden Grundparenchyms durch seitlichen Druck deformiert sind.

In dem Grundparenchym des Stengelquerschnittes findet sich, wie oben erwähnt, nur ein Bündelkreis vor. Die fünf stärkeren Gefäßbündel 1, 2, 1′, 2′, 2″, welche den Bündeln des inneren Bündelkreises der bisher geschilderten Arten entsprechen, alternieren mit den schwächer entwickelten, nebenläufigen Blattspursträngen (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*) Das Bündel 2′ (Taf. V, Fig. 7) spaltet sich während des Verlaufes durch das Stengelglied in drei oder vier nebenläufige Bündel, die sich vor dem oberen und unteren Stengelknoten vereinigen, so daß man im Knoten nur ein mächtiges Bündel findet. Dieselbe Erscheinung tritt auch im Bündel 1′ auf mit dem Unterschiede, daß die schmalen nebenläufigen Bündel durch zwei Internodien getrennt verlaufen und erst in der unteren Hälfte als Bündel 2 vereintläufig sind.

Die seitlichen Sprosse nehmen ihren Ursprung aus den Bündeln 1′ und 2′; diese Gefäßbündel verbinden sich im Stengelknoten mit den Gefäßbündeln 1 und 2″ durch Queranastomosen. An den Blattspursträngen finden sich die Kommissuren nur am unteren Teile des rechten seitlichen Blattspurstranges vor, und verbinden denselben mit den nebenläufigen Bündeln 1′ und 2′.

Die Blattspur ist dreisträngig und umfaßt in jedem Stengelknoten die drei schmalen Bündel, welche neben den Bündeln 1′ und 2′ verlaufen. Vor dem Eintritte in den Blattstiel vereinigen sich die drei Blattspurstränge durch bogenförmige Kommissuren, aus welchen die Bündel des Blattstieles entspringen.

Der linke Lateralstrang steigt noch durch ein Stengelglied nach oben, um im nächstoberen Stengelknoten als rechter Lateral-

strang in den Blattstiel einzutreten. An die Stelle des medianen und des rechten Blattspurstranges, welche sich in das obere Stengelglied nicht verlängern, treten zwei neue Bündel auf: der mediane Blattspurstrang des zweitoberen Blattes, welcher aus der Anastomose *m* zwischen den Bündeln 2 und 2″ entspringt, und der linke seitliche Blattspurstrang des genannten Blattes, welcher aus dem unteren Teile des Bündels 1 seinen Ursprung nimmt.

Bei der Beobachtung des Gefäßbündelverlaufes fällt der Umstand auf, daß, wenngleich die Blattspuren in demselben Bündelringe mit den markständigen Bündeln abwechselnd angeordnet sind, der Verlauf derselben jedoch dem Verlaufe der Bündel des äußeren Ringes anderer Arten analog ist; die Ansatzstellen der Blattspurstränge an den anastomosierenden größeren Gefäßbündeln, sowie die Kommissuren, mittels deren sich dieselben mit den Queranastomosen verbinden, entsprechen, soweit sie vorhanden sind, den bei dem Typus der *Cyclanthera pedata* dargelegten Verhältnissen.

Die untersten Stengelglieder.

Die bisher erörterten Gefäßbündelsysteme finden sich in allen vollkommen ausgewachsenen Stengelgliedern der geschilderten Arten vor; die untersten Stengelglieder weisen dagegen verschiedene Abweichungen auf, welche bei manchen Arten in konstante Eigentümlichkeiten übergehen können.

Mit Ausnahme des hypokotylen Gliedes tritt uns an den Querschnitten der meisten Arten schon in den unteren Stengelgliedern der ungleich pentamere Stengelbau entgegen; die Blattstellung entspricht damals der Divergenz $^2/_5$. Ich habe aber unter den untersuchten Arten in dieser Hinsicht Ausnahmen angetroffen; es gibt nämlich Arten, welche in den untersten Stengelgliedern einen tetrameren Stengelbau besitzen, die unteren Laubblätter sind in diesem Falle opponiert, in den aufeinanderfolgenden Blattparen alternierend. Diese Eigentümlichkeit wiederholt sich stetig in den Arten: *Trichosanthes palmata, Trichosanthes colubrina, Momortica Charanthia* und *Cyclanthera pedata.* Das Gefäßbündelsystem der untersten

Stengelglieder und Stengelknoten der genannten Arten habe ich einer eingehenden Untersuchung unterzogen und die Ergebnisse dieser Arbeit will ich hier wenigstens an der Art *Trichosanthes palmata* vorlegen. Der Übergang von der gegenständigen Blattstellung der Kotyledonen in die schraubenständige Anordnung der höheren Laubblätter, welcher in den meisten Arten schon in dem Kotyledonarknoten sich vollzieht (Taf. II, Fig. 4), erstreckt sich in diesen Arten auf einige Stengelglieder und bildet in einzelnen Stengelknoten bemerkenswerte Übergangsstadien.

Trichosanthes palmata Roxb.

Der Querschnitt des hypokotylen Stengelgliedes weist zwei Bündelringe zu sechs Gefäßbündeln auf. Die Gefäßbündel des inneren Ringes sind ungefähr gleich stark, die des äußeren Ringes sind schwächer und bilden die Kotyledonarspuren. Vor dem Eintritte in die Kotyledonen verbindet sich jeder Blattspurstrang mittels schwacher Kommissuren mit den benachbarten Gefäßbündeln des inneren Bündelringes. In den Achseln der Kotyledonen treten zwei Seitensprosse als x, x auf, die aus den Bündeln 3, 4 und 5, 6 entspringen.

Unmittelbar über dem Kotyledonarknoten spalten sich die Bündel 1 und 2, welche ein wenig stärker entwickelt sind, als die übrigen Gefäßbündel des inneren Kreises, in zwei schwächere Bündelzweige; aus je einem derselben entspringt der Blattspurstrang a und b, welcher zum Medianstrange des ersten Paares der Laubblätter sich umgestaltet. Die aus der Gabelung der Bündel 1 und 2 entstandenen Seitenzweige werden durch Anastomosen, welche von den Bündeln 3, 4 und 5, 6 kommen, verstärkt und bilden sich zu vier starken Gefäßbündeln des inneren Bündelkreises $1'$, $1''$, $2'$, $2''$ im epikotylen Stengelglied um.

In dem ersten Stengelknoten bemerkt man, daß nicht in den beiden Blattachseln der opponierten Laubblätter y, y', sondern nur neben dem Blatte y' eine schwache Knospe x' sich gebildet hat; daß hiemit bei der opponierten Blattstellung die zwei gegenüberstehenden Blätter sich ungleich verhalten.

In dem zweiten Stengelknoten befindet sich nur ein Blatt y'' mit der Knospe x''; das zweite Blatt, welches mit dem Blatte y'' ein opponiertes Blätterpaar bilden sollte, steht in dem nächstfolgenden Stengelknoten y'''. Man beobachtet hier den Übergang aus der opponierten Blattstellung der ersten Laubblätter in die abwechselnd zweizeilige Anordnung der Blätter. Das Blatt y''' befindet sich aber nicht nur in ungleicher Höhe mit dem Blatte y'', sondern es zeigt auch eine horizontale Abweichung von der opponierten Stellung, was durch die Entstehung des neuen Bündels $1'$ und des Blattspurstranges a'' im dritten Stengelgliede hervorgerufen wird. Diese zwei Bündel bewirken, daß der tetramere Stengelbau des epikotylen Stengelgliedes in einen pentameren Bau übergeht, wobei die zweizeilig abwechselnde Blattstellung in eine spiralige Anordnung der Blätter sich umgestaltet.

Im fünften Stengelgliede beobachtet man endlich, daß die Bündel des inneren Bündelringes eine ungleiche Entwickelung aufweisen und daß nur die Bündel $1''$, $3''$ und $4''$ stark entwickelt sind, die Bündel $2''$ und $5''$ dagegen sehr schwach ausgebildet erscheinen. Gleichzeitig bemerkt man, daß alle Gefäßbündel mittels stärkerer Anastomosen oder wenigstens durch schwache Kommissuren mit einander verbunden sind.

Bei der Beobachtung des Gefäßbündelsystems der übrigen Cucurbitaceen, welche keine gegenständige Blattstellung in den unteren Stengelknoten aufweisen, wie z. B. bei *Sicyos angulata* L. findet man (Taf. II, Fig. 4), daß der eben geschilderte Übergang aus der opponierten Blattstellung der Kotyledonen in die spiralige Anordnung der höheren Laubblätter sich bereits in dem Kotyledonarknoten vollzieht. Das erste Primordialblatt b' erscheint damals in dem Kotyledonarknoten an der einen Seite der Spalte, welche durch die breiten Kotyledonen gebildet ist und besitzt in seiner Achsel die Knospe *k*. Im ersten epikotylen Stengelgliede findet man schon den ungleich pentameren Bau des Stengels.

Rückblick auf den Bauplan des Stengels der Cucurbitaceen.

Sieht man von den verschiedenen Einzelheiten des Stengelbaues der geschilderten Cucurbitaceen-Arten ab und faßt man nur die gemeinschaftlichen Kennzeichen des Bündelgerüstes zusammen, so bemerkt man, daß der allgemeine Bauplan des Stengels, ungeachtet der vielen Abweichungen, in den meisten Arten ungefähr derselbe ist.

Um diesen Bauplan genauer kennen zu lernen, muß man zunächst den Stengelbau des Typus der *Cyclanthera pedata*, welcher die meisten Arten umfaßt und mit welchem die zwei ersten Typen im wesentlichen übereinstimmen, einer kritischen Untersuchung unterziehen. Bei der Beobachtung des Gefäßbündelverlaufes fällt nämlich auf, daß in jedem Stengelgliede nur die drei Gefäßbündel 1, 2, 1′, (bei *Bryonia dioica* 1, 2, 2′, bei *Cucumis sativus* 1, 2, 1′) die wichtigste Rolle spielen, wobei das dritte stark entwickelte Gefäßbündel (1′, 2′) zuerst im zweitoberen Stengelknoten zur Bildung der Seitenorgane beiträgt. In jedem Stengelknoten sind hiemit die Gefäßbündel 1 und 2 die tätigsten, da aus diesen Gefäßbündeln die Seitenorgane ihren Ursprung nehmen, nämlich: der schwach entwickelte vegetative Sproß x' mit der weiblichen Blüte x'' an der rechten, mit der Ranke x an der linken Seite aus dem Bündel 1 und der männliche Blütenstand y aus dem Bündel 2.

Beobachtet man das Äußere eines Knotens, in welchem alle achselständigen Seitenorgane vollkommen entwickelt sind, so bemerkt man,[1] daß die aus einem Stengelknoten entspringenden Organe niemals in der Achsel des Tragblattes stehen, sondern in einer Querreihe zwischen der links entspringenden Ranke und dem rechts stehenden Blatte angeordnet sind. Neben der Ranke erscheint der vegetative Sproß, aus welchem rechts die weibliche Blüte sich abzweigt; in der Blattachsel steht nur der männliche Blütenstand y (Taf. I, Fig, 4, x, x', x'', y).

---

[1] Vergl. Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, IV. Teil, 5. Abteilung, Fig. 22, S. 39.

Diese Organe können auch in verkehrter Reihenfolge angeordnet sein, da die Grundspirale an den Sprossen nächstfolgender Ordnung in allen Cucurbitaceen-Arten gegenläufig ist.[1]

Daß von den angeführten Organen nur der männliche Blütenstand achselständig ist, geht aus diesem Umstande hervor, daß die Spur eines jeden Blattes scheinbar dreisträngig, in der Tat aber zweisträngig ist, und zwar gehören einem jeden Blatte nur die zwei Blattspurstränge an, welche neben dem Gefäßbündel 2 verlaufen (Taf. I, Fig. 3, *a*, *b*); der Strang *a'* gehört dem nächstoberen Blatte als rechter Lateralstrang an und ist nur durch eine Seitenanastomose mit dem Strange *b* verbunden. Demzufolge liegt die Insertionsstelle des Blattes vor dem Gefäßbündel 2, nicht aber zwischen den Gefäßbündeln 1 und 2.

Diese Anordnung der Seitenorgane eines Stengelknotens führt zum Schlusse, daß dieselben nicht als achselständige Sprosse betrachtet werden dürfen, weil nur der männliche Blütenstand achselständig ist, sondern daß der vegetative Sproß eines jeden Stengelknotens die Verlängerung der Hauptachse ausmacht, das heißt den Hauptsproß darstellt. Dieser Hauptsproß muß aber infolge des Verbrauches seiner Nahrungsstoffe durch die an demselben wachsende Frucht verkümmern, oder es beschränkt sich sein Wachstum auf einige schwach entwickelte Stengelglieder. Die Rolle des Hauptsprosses übernimmt im folgenden Stengelgliede der seitliche Sproß, aus dessen Adventivknospe der achselständige männliche Blütenstand entspringt.

Diese Annahme wird auch durch die Richtung jedes folgenden Stengelgliedes bestätigt: dasselbe bildet nämlich bei den frei schwebenden Stengeln niemals eine Verlängerung des unteren Stengelgliedes, sondern weicht unter einem stumpfen Winkel von der Richtung des unteren Stengelgliedes ab, was beweist, daß dies keine Hauptachse, sondern eine Nebenachse ist.

---

[1] Vergl. F. Tondera, Über den sympodialen Bau des Stengels von *Sicyos angulata*, Taf. I, Fig. 1. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss., Bd. CXI, Abt. I.

Eine genaue Beobachtung des weiteren Verlaufes der Gefäßbündel 1 und 2 führt auch zu demselben Schlusse. Wir haben dargelegt, daß aus denselben in jedem Stengelknoten die Seitenorgane entstehen. Der Überschuß dieser Gefäßbündel schlägt durch die Anastomosen *m* und *n* in die gegenüberliegende Hälfte des Stengels über, um die Gefäßbündel 1' und 2' zu verstärken und zu den Gefäßbündeln 1 und 2 des folgenden Stengelgliedes umzubilden (Taf. V, Fig. 5). Aus diesen Gefäßbündeln nehmen die Seitenorgane des nächstoberen Stengelknotens ihren Ursprung.

Es leuchtet ein, daß der Stengel der Cucurbitaceen einen sympodialen Bau darbietet, welcher dem des Wickels (Cicinnus) am nächsten steht, demselben aber nicht gleichkommt, da die konsekutiven Abzweigungen nicht zweizeilig rechts und links erfolgen, sondern eine Abweichung in horizontaler Richtung aufweisen und mit der Divergenz $^2/_5$ übereinstimmend einer spiraligen Anordnung entsprechen.

Die Ranke der Cucurbitaceen.

Neben dem Gefäßbündelverlauf der Cucurbitaceen habe ich auch gelegentlich das Gefäßbündelsystem der Ranke und der Blätter untersucht. Was den morphologischen Charakter der Ranke anbelangt, hat man denselben vielfach zu erklären versucht, die bisherigen Deutungen laufen jedoch erheblich auseinander. Die Überzeugung, welche heutzutage vorwiegt und welche Dutailly[1] geltend gemacht hat, erklärt diese Ranke als einen beblätterten Sproß; besonders aus dem anatomischen Baue des Rankenstieles, welcher dem des Stengels entsprechen soll,[2] hat man geschlossen, daß der Rankenstiel einem Stengel, die Verzweigungen desselben den Blättern gleichzustellen sind.

Die handförmige Verzweigung der Ranken der meisten Cucurbitaceen weist jedoch darauf hin, daß man hier ganz

[1] M. G. Dutailly, Recherches anatomiques et organogéniques sur les Cucurbitacées, S. 1.

[1] Dr. A. Fischer, Untersuchungen über das Siebröhrensystem der Cucurbitaceen, S. 71.

einfach mit rankenförmig metamorphosierten Blättern zu tun hat. Außerdem geben die Zeichnungen, durch welche E. G. O. Müller[1] die Bedeutung der Ranke der Cucurbitaceen zu erklären sucht, einen vollständigen Aufschluß über die Natur derselben. Man ersieht nämlich aus diesen Zeichnungen, daß die Ranken umgestaltete Blätter darstellen, indem sich der Blattstiel um eine Stütze zu wickeln vermag oder umgekehrt, am Rankenstiele anstatt der Ranken sich eine blattartige Form entwickelt.

Die auf dem anatomischen Bau angeblich begründete Vermutung, daß der Rankenstiel einen Stengel darstellt, geht hauptsächlich aus dem Umstande hervor, daß in dem Rankenstiel ein geschlossener Sklerenchymring vorhanden ist, wogegen in den Blattstielen nur an der Außenseite der bikollateralen Gefäßbündel Sklerenchymsicheln vorkommen.

Meines Erachtens liefert der angeführte Umstand keinen untrüglichen Beweis dafür, daß der Rankenstiel einen Stengel darstellen soll. In allen stengelartigen Organen der Cucurbitaceen finden sich nämlich zwei Bündelringe vor: im äußeren sind die kantenständigen Blattspurstränge angeordnet, der innere Ring umfaßt erheblich größere markständige Bündel.

In dem Rankenstiele beobachtet man dagegen nur einen Bündelring, und zwar sind es kantenständige Bündel oder Blattspurstränge (Taf. I, Fig. 2 *a*, *b*). Dasselbe beobachtet man am Querschnitte eines Blattstieles (Taf. II, Fig. 6). Außer der Anordnung gestattet auch die Entwickelung der Bündel im Rankenstiele über die morphologische Bedeutung der Ranke zu schließen. Es fällt nämlich bei der Beobachtung der Querschnitte sowohl der Rankenstiele, als auch der Blattstiele auf, daß die untersten Gefäßbündel die mächtigste Entwickelung aufweisen; gegen die obere Hälfte des Organes sind sie paarweise immer schwächer.

Diese Umstände beweisen, daß der Rankenstiel ungeachtet der veränderten äußeren Gestalt dem Blattstiele analog gebaut ist.

---

[1] Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, IV. Teil, 5. Abt., S. 2.

Was den Sklerenchymring anbelangt, ist man der Ansicht, daß derselbe in einem Stengel eine ununterbrochene Zone bilden soll, was eben im Rankenstiele vorkommt. Ich habe aber während meiner Untersuchungen einzelne Arten gefunden, deren Sklerenchymring in den ausgewachsenen Stengelgliedern immer unterbrochen ist und nur aus nicht zusammenhängenden Sklerenchymplatten besteht (Taf. I, Fig. 1; Taf. V, Fig. 3; Taf. V, Fig. 6), was beweist, daß der Sklerenchymring ebenfalls unterbrochen angetroffen wird, und zwar ist dies eine konstante Eigentümlichkeit gewisser Arten.

Diese Erörterung dürfte genügen, um die vielmals bestrittene Deutung der Ranke, nach welcher dieselbe als ein metamorphosiertes Blatt erklärt wird, gelten zu lassen und die Bedenken, die dagegen erhoben wurden, zu beseitigen.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. *Cyclanthera pedata* Schrad. Querschnitt durch ein ausgewachsenes Stengelglied. *s* Kollenchymbündel an den Stengelkanten, *p* chlorophyllhaltiges Rindenparenchym, *st* Stärkeschicht, *r* stellenweise unterbrochener Sklerenchymring; *a*, *b*, *a'*, *b'*, *a''* Blattspurstränge oder der äußere Bündelkreis; 1, 2, 1', 2', 2'' Gefäßbündel des inneren Bündelkreises, darunter 1, 2, 1' bikollaterale und 2', 2'' kollaterale Gefäßbündel.

Fig. 2. *Bryonia dioica* Jacq. Gefäßbündelsystem in dem durchsichtig gedachten Stengel; die dem Beobachter abgekehrten Gefäßbündel sind blasser, die zugekehrten schwarz. 1, 2, 1', 2' sind die vier Gefäßbündel des inneren Bündelkreises; *a*, *b*, *a'*, *c* die Blattspurstränge, oder die Gefäßbündel des äußeren Bündelringes. *x* die Ranke, *y* der vegetative Sproß, *z* die Blüte.

Fig. 3. *Benincasa cerifera* Savi. Querschnitt durch den Rankenstiel; *r* geschlossener Sklerenchymring, *s* Kollenchymbündel, *a*, *b* kantenständige bikollaterale Gefäßbündel, die an der Unterseite mächtiger (*a*) als an der Oberseite sind.

Fig. 4. *Cyclanthera pedata* Schrad. Gefäßbündelsystem zweier aufeinanderfolgenden Stengelglieder, die durchsichtig gedacht sind. Die dem Beobachter abgekehrten Gefäßbündel sind blasser, die zugekehrten schwarz gezeichnet. *a*, *b*, *a'*, *b'*, *a''* sind die Gefäßbündel des äußeren Bündelringes oder die Blattspurstränge; 1, 2, 1' sind die bikollateralen, 2', 2'' die kollateralen Gefäßbündel des inneren Bündelringes. *x* die Ranke, *x'* der vegetative Sproß, *x''* die weibliche Blüte, *y* der männliche Blütenstand.

Fig. 5. *Cucumis melo* L. Querschnitt durch ein ausgewachsenes Stengelglied. *s* Kollenchymbündel an den Stengelkanten, *p* chlorophyllhaltiges Rindenparenchym, *r* Sklerenchymring. Im äußeren Bündelringe erscheint ein überzähliger Blattspurstrang 3; im inneren Bündelringe ist ein Gefäßbündel in zwei kleinere nebenläufige Bündel *x*, *x'* gespalten.

Fig. 6. *Cyclanthera explodens* Naud. Querschnitt durch ein Stengelglied. *s* die Kollenchymbündel an den Stengelkanten, *p* chlorophyllhaltiges Rindenparenchym, *r* der Sklerenchymring. Die äußere Stärkeschicht (zwischen dem Chlorophyllparenchym und dem Sklerenchymringe) fehlt, anstatt derselben erscheint eine stärkehaltige Parenchymzone *st*, welche die Bündel des äußeren mit denen des inneren Bündelringes verbindet. Die Bündel 2' und 2'' sind isolierte Siebröhrenbündel.

Fig. 7. *Benincasa cerifera* Savi. Querschnitt durch ein ausgewachsenes Stengelglied, in welchem die Gefäßbündel des äußeren und des inneren Bündelringes durch eine breite stärkehältige Zone *st* verbunden sind. *s* Kollenchymbündel, *p* chlorophyllhaltiges Parenchym, *r* Sklerenchymring.

Fig. 8. *Bryonia dioica* Jacq. Querschnitt durch ein Stengelglied. *S* Kollenchymbündel an den Stengelkanten. *s* Kollenchymplatten in den Furchen des Stengels, *p* chlorophyllhaltiges Rindenparenchym, *r* Sklerenchymring. 1, 2, 2′ die bikollateralen Gefäßbündel des inneren Bündelringes, 1′ das kollaterale Bündel dieses Ringes. *a*, *a′*, *b*, *c* die Gefäßbündel des äußeren Bündelringes oder Blattspurstränge.

Tafel II.

Fig. 1. *Cucumis sativus* L. Querschnitt eines Stengelgliedes mit fünf äußeren und vier inneren Gefäßbündeln. *s* Kollenchymbündel an den Stengelkanten, *p* chlorophyllhaltiges Rindenparenchym, *r* Sklerenchymring.

Fig. 2. *Cucumis sativus* L. Gefäßbündelsystem zweier aufeinanderfolgenden Stengelglieder, wobei der Stengel durchsichtig gedacht ist; die dem Beobachter abgekehrten Gefäßbündel sind blasser, die zugekehrten schwarz. 1, 2, 1′, 2′ sind die Gefäßbündel des inneren Bündelringes, *a*, *b*, *a′*, *b′*, *a″* sind die Blattspurstränge, oder die Bündel des äußeren Bündelringes. *x* die Ranke, *y* der vegetative Sproß, *z* die Blüte.

Fig. 3. *Sicyos angulata* L. Querschnitt durch ein ausgewachsenes Stengelglied. *s* Kollenchymbündel, *p* chlorophyllhaltiges Rindenparenchym, *st* Stärkeschicht, *r* Sklerenchymring. 2′ und 2″ sind die isolierten Siebbündel des inneren Bündelringes.

Fig. 4. *Sicyos angulata* L. Gefäßbündelsystem des hypokotylen und des epikotylen Stengelgliedes. Der tetramere Bau des hypokotylen Gliedes wird im epikotylen Stengelgliede durch die Spaltung des Bündels 3 in die Bündel 1 und 2, die durch Anastomosen vom Bündel 4 verstärkt sind, und durch die neuentstandenen Bündel 2′ und 2″ des inneren Bündelringes zu einem ungleich pentameren Stengelbaue umgestaltet; gleichzeitig erscheinen die fünf Blattspurstränge, oder die Bündel des äußeren Bündelringes *a*, *b*, *c*, *d*, *e*. Dieser Stengelbau wiederholt sich in allen folgenden Stengelgliedern. (Vergl. Taf. IV, Fig. 1.) *b′* sind die Blattspuren, welche in das unterste Blatt eintreten, *k* die seitliche Knospe in dem Kotyledonarknoten, *m*, *n* die Kotyledonarspuren.

Fig. 5. *Lagenaria vulgaris* Ser. Zwischen den Gefäßbündeln 1 und 2′ erscheint ein überzähliges Siebbündel 5, welches nur ein Stengelglied durchlauft. *s* Kollenchymbündel, *p* chlorophyllhaltiges Rindenparenchym, *r* Sklerenchymring.

Fig. 6. *Benincasa cerifera* Savi. Querschnitt durch den Blattstiel; *r* Sklerenchymsichel an der Außenseite der Gefäßbündel, die an der Unterseite mächtiger entwickelt sind *(a)*, als an der Oberseite *(a′)*.

Fig. 7. *Lagenaria vulgaris* Ser. Gefäßbündelsystem in zwei aufeinander folgenden Stengelgliedern. 1, 2, 1′, 2′, 2″ und 5 sind die Bündel des inneren Bündelkreises; 5 ist ein überzähliges Siebröhrenbündel, welches aus der Anastomose *n* bei *x* den Ursprung nimmt und an der Anastomose *m* bei *y* verschwindet.

Tafel III.

Fig. 1. *Bryonia alba* L. Gefäßbündelsystem in zwei aufeinander folgenden Stengelgliedern in die Vertikalebene ausgebreitet. *x* der Blütenstand, *y* der vegetative Sproß, *z* die Ranke.

Fig. 2. *Bryonia alba* L. Querschnitt durch ein altes Stengelglied. *S* Kollenchymbündel an den Stengelkanten, *s* Kollenchymplatten in den Furchen des Stengels, *p* chlorophyllhaltiges Rindenparenchym, *r* Sklerenchymring, *d* isolierte Siebröhrenbündel im Markparenchym.

Fig. 3. *Trichosanthes palmata* Roxb. Gefäßbündelsystem in dem durchsichtig gedachten Stengel. Die dem Beobachter abgekehrten Gefäßbündel sind blasser, die zugekehrten schwarz. (Der Querschnitt eines Stengelgliedes ist Taf. IV, Fig. 6 abgebildet.) 1, 2, 1′, 2′, 2″ sind die Bündel des inneren Bündelringes, *a*, *b*, *a*′, *b*′, *b*″ sind die Blattspurstränge oder die Bündel des äußeren Bündelringes.

Tafel IV.

Fig. 1. *Trichosanthes palmata* Roxb. Gefäßbündelsystem in dem hypokotylen Gliede und in den fünf aufeinander folgenden untersten Stengelgliedern in die Vertikalebene ausgebreitet. Die Zeichnung legt die allmähliche Umbildung des tetrameren Stengelbaues in eine ungleich pentamere Gefäßbündelanordnung dar. Die nebenstehenden Figuren 2, 3, 4, 5, 6 stellen die Querschnitte des Stengels in den mit I, II, III, IV, V bezeichneten Stellen dar.

Tafel V.

Fig. 1. *Cucurbita perennis* A. Gray. Querschnitt eines ausgewachsenen Stengelgliedes: α δ, γ, β, δ' α' und γ' sind die Gefäßbündel des äußeren Bündelringes; *a a*′, *b b*′, *c*, *d*, *e* sind die Bündel des inneren Bündelringes. Den Zwischenraum zwischen den alternierenden Gliedern des äußeren und des inneren Bündelringes erfüllen die überzähligen Bündel 1, 2, 3.

Fig. 2. *Cucurbita perennis* A. Gray. Gefäßbündelsystem zweier Stengelglieder in die Vertikalebene ausgebreitet. Die Gefäßbündel des inneren Bündelringes sind schwarz, die des äußeren Ringes blaß gezeichnet. Die überzähligen Bündel (1, 2, 3 Fig. 1) sind vorwiegend weggelassen. *x* die Ranke, *y* der vegetative Sproß, *z* die Blüte.

Fig. 3. *Thladiantha dubia* Bunge. Querschnitt eines ausgewachsenen Stengelgliedes. *s* Kollenchymbündel, *p* chlorophyllhaltiges Rindenparenchym, *st* Stärkeschicht, *r* stellenweise unterbrochener Sklerenchymring. Die Gefäßbündel des inneren Bündelringes 1, 2, 1′, 2′ und 2″ sind mit den Bündeln des äußeren Kreises mittels einer Cambiumschicht *c* verbunden, welche nicht nur in den Gefäßbündeln, sondern auch in dem dazwischen liegenden Parenchym (Interfascicularcambium) erscheint. Das Bündel 2″ ist ein isoliertes Siebbündel.

Fig. 4. *Coccinia indica* W. & A. Querschnitt durch ein Stengelglied. 1, 2, 1′, 2′, 1″ sind die Bündel des inneren Bündelringes, 1′ und 1″ isolierte Siebbündel, *s* Kollenchymbündel, *p* chlorophyllhaltiges Rindenparenchym, *r* Sklerenchymring.

Fig. 5. Schema des Gefäßbündelverlaufes des inneren Bündelringes bei *Cyclanthera pedata* Schrad. Alle Blattspurstränge, sowie die untere Verlängerung des Bündels 2 sind weggelassen, um den Bauplan des Stengels nachzuweisen und hauptsächlich um das Überschlagen der Gefäßbündel in jedem Stengelknoten genau verfolgen zu können.

Fig. 6. *Ecballium Elaterium* A. Rich. Querschnitt durch ein ausgewachsenes Stengelglied. *p* chlorophyllhaltiges Rindenparenchym, *r* stellenweise unterbrochener Sklerenchymring; *a, b, c, d, e* Blattspurstränge, welche mit den Gefäßbündeln 1, 2, 3, 4, 5, die den Gefäßbündeln des inneren Bündelkreises anderer Cucurbitaceen entsprechen, einen gemeinsamen Bündelring bilden.

Fig. 7. *Ecballium Elaterium* A. Rich. Gefäßbündelsystem in zwei Stengelgliedern in eine Ebene ausgebreitet. 1, 1′, 2, 2′, 2″ sind die größeren, stellenweise gespaltenen Gefäßbündel; zwischen diesen Gefäßbündeln verlaufen die schmalen Blattspurstränge.
